

한국인의 인체 특성을 고려한 사격시 충격특성 해석 A Study on Impact Analysis of the Korean Anthropometric Characteristic on Shooting

이장원*,이영신**,최영진*,채제욱***,최의중***

J.W. Lee*, Y.S. Lee**, Y.J. Choi*, J. W. Chae***, E.J. Choi***

Key Words :사격자세, 인체충격, 인체고유진동수, 파지위치

ABSTRACT

The rifle impact of human body is affected by geometry of human for rifling. The interaction of human-rifle system influence a firing accuracy. In this paper, impact analysis of human model for standing postures with two B.C. carried out. ADAMS code and LifeMOD is used in impact analysis of human model and modeling of the human body, respectively. On the shooting, human model is affected by rifle impact during the 0.001 second. Also, Because Human Natural frequency is 5-200Hz, human impact is considered during 0.2-0.005 sec. Dut to the Firng test, Performed simulation time for shooting is 0.1 second. Applied constraint condition to human-rifle system is rotating and spherical condition. Also, The result of changin the position of the grip is dfferent from the each other. As the results, The human model of firing was built successfully.

1. 서론

사격시 인체가 받는 충격력은 전장에서 병사의 임무의 지속성과 능률에 영향을 미치므로 이에 대한 연구가 필요하다. 사격시 병사 화기간의 시스템은 인체의 특성과 자세, 즉 기하학적인 형상에 따라서 그 해석 결과가 다르며, 또한 화기의 형상에 따른 차이들이 다른 해석 결과를 갖는다. 최근 인체해석에 대한 관심이 높아지고 이에 대한 연구도 활발히 진행되고 있는데, 지금까지 연구된 사격시 사격자세에 따른 인체 충격에 대한 인체 모델링은 골격모델로서 인체에 대한 기하학적인 형상에 중점을 두고 해석한 것이므로, 복잡한 구조로 이루어진 인체에 대한 해석을 위해서는 인체모델링과 해석에 대한 검증이 필요하다. 따라서, 본 논문에서는 한국인 인체 데이터를 활용하여 인체를 모델링하였다. 인체의 골격 모델에 근육모델을 고

려하여 해석을 수행하였으며, K2 소총의 충격력 데이터를 입력 값으로 하여 구조해석을 수행하였다. 또한 병사의 총기 파지 위치를 변화시키면서 최적의 파지위치를 찾고 이에 대해 고찰하였다.

2. 인체모델링 및 총기모델링

2.1 인체모델링

본 연구를 위해 인체모델링 프로그램인 LifeMOD 2005을 이용하여 인체모델을 생성하고, 생성된 인체모델을 ADAMS 2003 를 이용하여 인체 충격력 해석을 수행하였다. 인체모델을 생성하기 위해 2004년 기술표준원에서 발표한 자료에 따라 20대 남성의 평균 50%tile 에 해당하는 키 173.3 cm, 몸무게 65 kg, 나이 만24세로 현역을 복무한 사람을 선정하여 각 관절까지의 길이, 신장, 몸무게 등을 측정하고 Fig. 1과 같이 이에 따른 인체모델을 생성하였다.

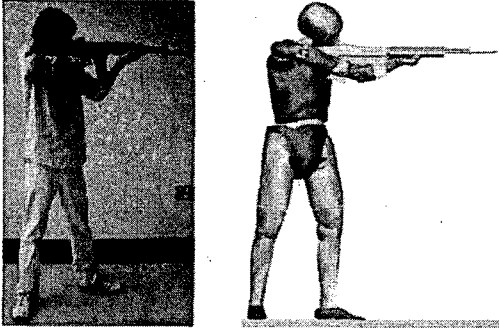
2.2 총기모델링

해석에 사용된 총기는 한국인 체형에 맞게 개발된 K2 소총을 선택하였다. 총기의 기본 모델링은 CATIA V5를 이용하였으며

* 충남대학교 대학원
E-mail : jang1995@cnu.ac.kr
Tel: (042) 825-6531, Fax: (042) 822-7366

** 충남대학교

*** 국방과학연구소



(a) Human (b) Simulation model

Fig. 1 Comparison of human and simulation model with the stand posture shooting

Fig. 2 는 실제 총기 사진과 모델링 된 총기이다. 해석에 사용된 총기의 정보는 Table 1과 같다. Fig. 3은 총과 인체모델이 서로 구속된 사진이다. 시뮬레이션에 입력된 충격력은 Fig.4에서 2002년 6월 국방과학연구소에서 발행한 복합충격력을 받는 구조물의 완충구조 최적설계 보고서[1]에 있는 Pro 25-MF-3B를 적용한 실험값으로 완총기의 부피와 무게가 작고 총 몸의 이동거리가 짧으며 실험한 대상 중 충격력과 총 몸의 이동거리의 비가 가장 타당한 모델이라고 제시하고 있다. 충격력은 약 3700N,이다.

Table 1 Basis information of rifle K2 [1]

Element	Value
Length	970 mm
Weight	3.26 kg



Fig. 2 Model and photograph of K-2 rifle



(a) Left hand (b) Right hand (c) Shoulder

Fig. 3 Boundary condition of rifle and human body supports

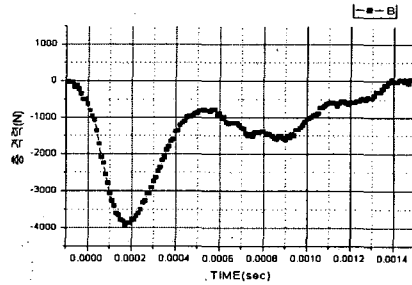


Fig. 4 Input Data of ADAMS due to the K2 rifle testing

2.3 인체충격해석

일반적으로 충격은 그 물체의 고유진동수에 따른 주기보다 짧은 시간에 힘이 발생할 경우 충격이라 정의한다. 인체의 고유진동수는 어깨부의 4-5Hz, 머리 25 Hz 이하, 안구 30-80Hz, 가슴 60Hz이하, 손목 50-200Hz 이다.

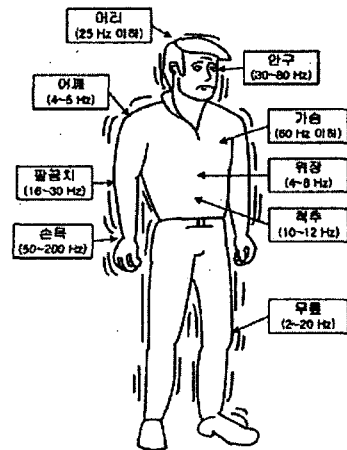


Fig. 5 Natural frequency of the Human body

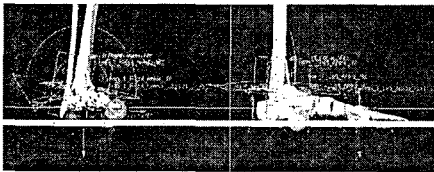
따라서, 어깨 부위는 대략 0.2sec 안에 힘이 가해질 경우, 충격력이 인체에 영향을 미치며, 사격시 그 충격력을 0.2sec이내의 충격해석을 고찰 할 필요가 있다.

또한 ADAMS 2003과 LifeMOD 2005에 의한 인체 모델은 골격모델로서 복잡하게 구성된 인체의 조건을 충분히 표현하기 어려우므로 경계조건에 따른 해석과 근육을 고려한 인체모델등의 해석을 통해 인체 구조해석을 검증할 필요가있다. 또한 왼손파지 위치에 대해 해석하여 총기 개발에 대한 기초자료로

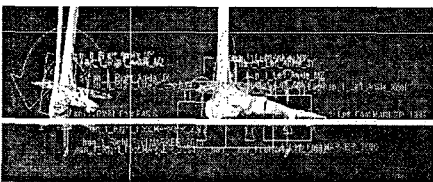
활용할 수 있겠다.

사격시 인체가 받는 충격력 해석의 신뢰성을 검증하기 위해서 지면과 인체와의 경계조건을 고려하여 해석을 수행하였고, 또한 충격력과 왼손파지위치와의 상관관계를 검증하였다.

(1) 지면과의 경계조건



(a) Case I: Simply supported



(b) Case II: Clamped

Fig. 6 Comparison of the boundary condition

Fig.6 는 사격시 인체가 뒤로 밀리는 현상을 고려하여 인체와 지면과의 경계조건을 구현한 모습이다. Case I의 경우는 인체가 뒤로 밀리는 것을 허용하였고, Case II의 경우는 인체가 뒤로 밀리지 않는 조건이다.

(2) 왼손파지 위치에 따른 해석

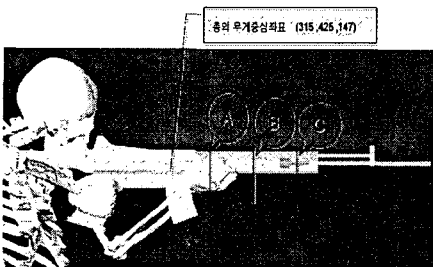


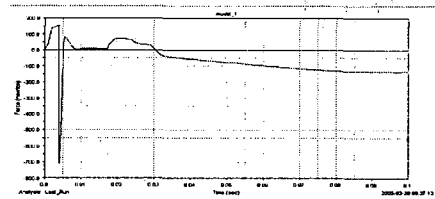
Fig. 7 Comparison of the left grip position of the K2 rifle

총기의 무게중심을 기준으로 100 mm 씩 오른쪽으로 변화시키면서 해석을 하였고 Case A 인 경우

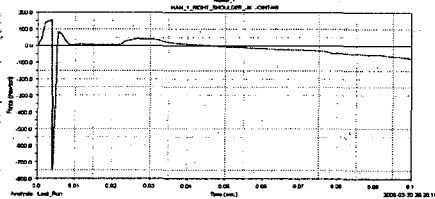
는 고각사격에 적합하고 Case B는 수평파지 형태이며, Case C의 경우는 저각사격 자세이다. 인체의 기하학적인 변화에 따라서 해석 결과를 고찰하고 충격력이 최소인 파지위치에 대해 고찰하였다.

3. 인체 충격해석 결과

3.1 지면과의 경계조건에 따른 충격특성



(a) Case I: Simply supported



(b) Case II: Clamped

Fig. 8 Comparison of the Result ADAMS Analysis with B.C.

Fig.8 은 지면과의 경계조건을 다르게 하여 ADAMS 해석을 수행한 결과이다.

인체 충격해석을 수행한 결과 밀리는 현상을 고려하여 해석한 경우 최대 충격력이 700N 으로 계산되었고, 인체가 x방향으로 밀림이 고려되지 않은 경우는 750N 으로 계산되었다. 지면의 경계조건에 따른 해석결과를 실험값과 비교해 본 결과 x방향으로 밀리는 것을 고려하지 않은 인체 모델링이 타당하였다. 이는 사격이 매우 빠른 순간에 일어나기 때문이다. 이 결과로부터 실제 단발 사격시 성인 남성이 뒤로 밀리지 않는 결과도 예측해 볼 수 있겠다.

3.2 왼손 파지위치에 따른 충격특성

왼손의 파지위치를 변화시키며, 해석을 수행하였는데, 그 결과는 Fig. 9 와 같다. 총기의 무게중심을 기준으로 하여 Case A 위치의 경우 660 N 이고 가장 큰 충격력은 Case B로써 K2소총의 무게중심으로부터 200mm 떨어진 지점에서 750N으로 계산되었

다. 해석으로부터 고각사격 자세인 경우 충격력이 가장 작게 나왔으며, 무게중심에서 200 mm 떨어진 이후부터 충격력이 감소하는 결과를 확인하였다.

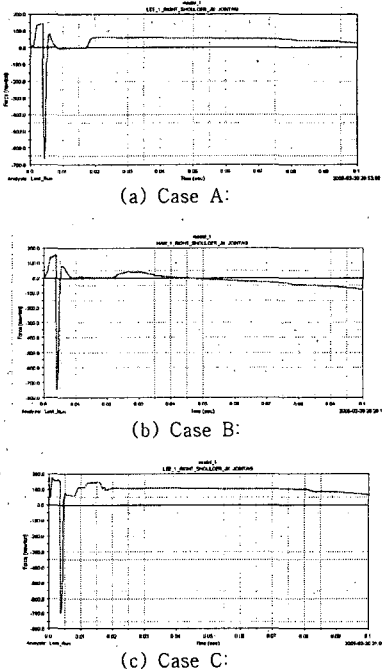


Fig. 9 Comparison of the Result ADAMS Analysis with left grip position

Table 2 Result comparison Of impact force with B.C.

B.C.	최대충격력 (N)
Simply supported	700
Clamped	750
사격 시험값	790

Table 3 Result comparison Of impact force with changing

Grip position	최대충격력 (N)	
	해석	사격 시험값
Case A	660	720
Case B	750	790
Case C	700	780

4. 결론

본 논문의 결론은 다음과 같다.

- 1) 한국인 인체특성을 고려한 사격자의 인체모데링을 완성하였다.
- 2) 어깨부 0.2 sec 이내 손목부 0.005 sec 이내에서 발생하는 가진 하중은 인체 충격력이 된다.
- 3) 사격시 0.001 sec 이내에 격발이 일어난다.
- 4) 지면과의 경계조건이 Clamped B.C.인 경우 시험값과 비교하였을 때 더 타당하였다.
- 5) 고각사격 파지위치 자세인 경우 충격력이 가장 작았다.
- 6) 무게중심에서 200mm 떨어진 지점을 파지하였을 경우 충격력이 최대가 되었다.

후 기

본 연구는 국방과학연구소 기초연구(UD040002AD)의 지원을 받았으며 이에 감사드립니다

참 고 문 헌

1. 양현석, 복합 충격력을 받는 구조물의 완충구조 최적설계, 국방과학연구소 위탁보고서, No. UD000036CD, 2002
2. 박영필, "인간공학적 적합성을 고려한 소형 충격완충기 설계 연구", 국방과학연구소 위탁보고서, No. UD980022CD, 1999
3. 이영신, 최경주, 조강희, 임현균, "편마비 환자용 플라 스틱 단하지보조기의 설계기술개발, -응력 해석을 통한 접근-", 대한기계학회논문집A권, 제26권 제1호, pp. 7-14, 2002
4. 이영신, 김현수, Herr, M.H., "복합재료목발의 해석과 설계에 관한 연구", 2003년 대한의용생체공학회 춘계학술대 회논문집, 2003
5. 이영신, 이석기, 김철중, 박세진, "한국 20대청년의 팔 관절 동작범위측정 연구", 대한인간공학회지, 제15권 제1호, pp. 39-52, 1996
6. Zakharenkov, V.F., Arseniev, S.E., Belov, A.V., Agoshkov, O.C., Lee, Y.S., Kim, I.W., and Chae, J.W., "Modelling and Numerical Investigation of the Stochastic Biomechanical Interaction Human-Rifle System". Proceedings of the 20th International Symposium on Ballistics, 2002
7. 체재욱, "생체역학을 고려한 인체 화기 시스템의 모델링 및 수학적 해석" 국방과학연구소, 해외출장 귀국보고서, No. GSDC-619-011092, 2001
8. 이장원, 이영신, 최영진, 한규현, 이세훈, "태권도 격파모델링
9. 최영진, 이영신, 이장원, 체재욱, 최의중, "인체모델링 및 사격 충격 해석", 한국 CAD/CAM 학회 2005 학술대회발표회 논문집, pp.81-86 2005 .1.27-29, 2005